

# O DESMATAMENTO ESTÁ SE ACELERANDO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA?

William F. Laurance<sup>1,2</sup>, Ana K. M. Albernaz<sup>2</sup>, Carlos Da Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 2072, Balboa, Republic of Panamá

<sup>2</sup>Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), C.P. 478, Manaus, AM 69011-970, Brazil. Email: [wfl@inpa.gov.br](mailto:wfl@inpa.gov.br)

Autor para correspondência: William F. Laurance - [wfl@inpa.gov.br](mailto:wfl@inpa.gov.br)

## ABSTRACT

Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon ?

Recent studies suggest that deforestation rates in the Brazilian Amazon could increase sharply in the future as a result of over \$40 billion in planned investments in highway paving and major new infrastructure projects in the region. These studies have been challenged by several Brazilian ministries, which assert that recent improvements in environmental laws, enforcement, and public attitudes have fundamentally reduced the threat posed to forests by such projects. We tested the notion that hazards to Amazonian forests have declined over the last decade by assessing available data on deforestation rates from 1978 to 2000. Although the alarmingly high rate of forest loss from 1978-1989 (1.98 million ha yr<sup>-1</sup>) declined somewhat from 1990-1994 (1.38 million ha yr<sup>-1</sup>), it rebounded to a high level from 1995-2000 (1.90 million ha yr<sup>-1</sup>). Moreover, correlation and regression analyses reveal that both absolute and per-capita rates of forest loss accelerated

significantly over the last decade. These trends fail to support the assertion that deforestation pressure in Amazonian forests has been brought under control. We suggest that poor enforcement of existing environmental laws, rapidly expanding logging and mining industries, increasing population pressure, and other challenges are greatly hindering efforts to limit the environmental impacts of development activities in Brazilian Amazonia.

Keywords: Amazon; Brazil; deforestation; development policy; population growth; tropical rainforest.

## **RESUMO**

O desmatamento está se acelerando na Amazônia brasileira ?

Estudos recentes sugerem que as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira poderiam aumentar rapidamente como resultado dos mais de 40 bilhões de dólares planejados em investimentos no asfaltamento de estradas e na implantação novos projetos de infraestrutura na região. Estes estudos têm sido questionados por ministros e importantes autoridades brasileiras, que asseguram que os melhoramentos recentes na legislação ambiental e no seu cumprimento, e nas políticas e atitudes públicas, têm reduzido fundamentalmente a ameaça sobre as florestas que poderiam ser causadas por estes projetos. Nós testamos a idéia de que os riscos para as florestas da Amazônia vêm diminuindo durante a última década, utilizando dos dados disponíveis sobre as taxas de desmatamento de 1978 a 2000. Embora as altas taxas de perda de floresta de 1978 a 1989 (1.98 milhões de hectares ano<sup>-1</sup>) tenham tido um declínio em 1990-1994 (1.38 milhões de ha ano<sup>-1</sup>), as taxas retomaram um nível alto em

1995-2000 (1.90 milhões ha ano<sup>-1</sup>). Análises de correlação e de regressão revelaram que tanto as taxas absoluta como per-capita de perda de floresta se aceleraram significativamente durante a última década. Estas tendências não sustentam a afirmativa de que a pressão de desmatamento nas florestas da Amazônia tem sido mantida sob controle. Nós sugerimos que o pobre cumprimento das leis ambientais existentes, a rápida expansão de atividades madeireiras e de mineração, o aumento da pressão populacional e outros desafios estão dificultando os esforços para tentar limitar os impactos ambientais das atividades de desenvolvimento na Amazônia Brasileira.

Palavras-chave: Amazônia; Brasil; desmatamento; política de desenvolvimento; crescimento populacional; floresta tropical.

## **INTRODUÇÃO**

A Amazônia Brasileira mantém cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes no mundo e desempenha um papel vital na manutenção da biodiversidade, do ciclo hidrológico e clima regionais, e na estocagem de carbono (Salati & Vose 1984; Phillips *et al.* 1998; Fearnside 1999). Dois estudos recentes levantaram sérias preocupações sobre o futuro destas florestas e, principalmente, dos efeitos que poderiam ser causados pelos investimentos planejados de mais de 40 bilhões de dólares para o asfaltamento de rodovias, construção de estradas de ferro, gasodutos, linhas de transmissão, reservatórios de hidrelétricas e outras grandes obras de infraestrutura na região (Carvalho *et al.* 2001; Laurance *et al.* 2001a). Estes projetos fazem parte do “Avança Brasil”, uma iniciativa do Governo Federal destinada a acelerar o desenvolvimento econômico em escala industrial para atividades de agricultura, exploração de madeira e mineração.

Como as maiores taxas de desmatamento, de exploração de madeira e de incêndios florestais ocorrem nas proximidades de estradas e rodovias (Fearnside 1986; Laurance 1998; Alves *et al.* 1999; Steininger *et al.* 2001a, 2001b), estes estudos recentes usaram dados obtidos por sensoriamento remoto para quantificar a destruição das florestas próximo às estradas existentes (Carvalho *et al.* 2001) ou ao redor de rodovias e estradas de terra (Laurance *et al.* 2001a). As condições esperadas foram então projetadas para aproximadamente 20-25 anos no futuro, baseado no desmatamento a partir das novas rodovias apenas (Carvalho *et al.* 2001) ou a partir das estradas, rodovias, e outros projetos de infraestrutura (Laurance *et al.* 2001a). Ambos os estudos concluíram que o programa Avançar Brasil iria aumentar drasticamente a taxa de desmatamento e a extensão espacial da destruição florestal, especialmente em áreas remotas nas fronteiras da bacia.

Estes estudos foram questionados por ministros e outras autoridades brasileiras (e.g. Amaral 2001; Goidanich 2001; Silveira 2001; Weber 2001), que argumentaram que uma premissa chave de ambos —de que o passado poderia ser usado para prever o futuro da Amazônia —seria criticamente insustentável. Isto é, eles sustentam que ocorreram mudanças fundamentais na legislação ambiental brasileira e na capacidade de implementação das mesmas, nas políticas de desenvolvimento, e nas atitudes públicas durante a última década. Os ministros argumentam que estas mudanças reduziriam muito os impactos de novas estradas e projetos de infraestrutura em relação aos efeitos notoriamente prejudiciais dos projetos desenvolvidos nos anos 70 e 80 (e.g. Fearnside 1987, 1990; Brown & Pearce 1994; Nepstad *et al.* 1997).

Se estas afirmativas são corretas, duas predições lógicas poderiam ser feitas. A primeira é de que as taxas de desmatamento na Amazônia Brasileira deveriam ter sido menores nos anos 90 que nos anos precedentes, especialmente se calculadas em uma base

per-capita para ajustar para a população crescente da região. A segunda é de que tanto as taxas de desmatamento absoluta como per-capita deveriam ter declinado progressivamente através dos anos 90. Estas tendências seriam esperadas se o melhoramento nas políticas e atitudes públicas, assim como na legislação ambiental e na sua implementação, estiver realmente alterando o “status quo” na Amazônia. Aqui nós testamos estas predições usando estimativas de desmatamento confiáveis para a Amazônia Brasileira, e discutimos as implicações de nossa análise para a conservação das florestas da região.

## **MÉTODOS**

### ***Estimativa de desmatamento***

Entre as nações tropicais do mundo, o Brasil é provavelmente a que tem o melhor monitoramento da atividade de desmatamento. Estas estimativas são produzidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) para toda a Amazônia Legal brasileira, através da interpretação visual de imagens de satélite Landsat Thematic Mapper (e.g. INPE 1998, 2000). Estas estimativas têm sido produzidas anualmente desde 1988, embora uma única estimativa tenha sido feita para 1992-1993. A estimativa anual mais recente, para o ano 2000, é ainda preliminar, baseada na amostragem de partes mais intensamente desmatadas na região. No ano anterior, estes valores preliminares estiveram muito próximos à estimativa final de desmatamento (<5% de diferença).

Os dados de desmatamento do INPE são considerados cientificamente sólidos, mas subestimam o impacto antropogênico total sobre as florestas da Amazônia, em parte porque não incluem clareiras menores que 6,25 ha e também porque o método não é capaz de detectar mudanças ambientais que não causam perda da cobertura da copa da floresta, como o corte seletivo de madeira, o fogo superficial, os efeitos de borda, a mineração em pequena

escala e a sobre-caça (cf. Skole & Tucker 1993; Laurance 1998; Cochrane *et al.* 1999; Nepstad *et al.* 1999a). A repetição das estimativas, no entanto, facilita a discriminação entre áreas de regeneração e de floresta primária, que pode ser problemática em estudos de curto prazo usando dados de sensoriamento remoto. Em alguns anos, a cobertura por nuvens pode ter obscurecido algumas das cenas de Landsat usadas pelo INPE, causando uma sub-estimativa do desmatamento (Fearnside 1997).

Além dos dados do INPE de desmatamento anual, foram utilizadas estimativas médias de desmatamento para o intervalo de 1978-1988 obtidas por Fearnside *et al.* (1990), e por Skole & Tucker (1993). Ambos os estudos compararam imagens de diferentes sensores, o Landsat Multispectral Scanner em 1978 e o Landsat Thematic Mapper em 1988. Fearnside (1993a, 1997) combinou ambas as estimativas, incorporando dados melhorados sobre a cobertura florestal original, corrigindo para a classificação indevida de florestas secundárias antigas, e incluindo dados sobre florestas inundadas por hidrelétricas.

As taxas de desmatamento algumas vezes variaram consideravelmente entre anos e freqüentemente não tiveram distribuição normal e por isso nós usamos tanto estatística paramétrica como não-paramétrica. Para os testes paramétricos, os dados de desmatamento foram log-transformados antes da análise, para amenizar o problema da normalidade e minimizar a heteroscedasticidade.

### ***Crescimento populacional na Amazônia***

Devido às taxas de desmatamento poderem ser influenciadas pelo tamanho da população, os dados de censo para a Amazônia Legal brasileira foram incluídos na análise. Estes dados foram coletados em intervalos de aproximadamente uma década (1970, 1980, 1991, 2000) pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (e.g. IBGE 2000). Para obter a

população da Amazônia Legal, foram somados os dados dos nove estados amazônicos individuais de cada censo, excluindo aqueles municípios do Mato Grosso e do Maranhão que estão fora dos limites da Amazônia Legal. Os dados foram tomados separadamente para as populações urbana e rural. Nos censos nacionais do Brasil, áreas “urbanas” são definidas como aquelas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) ou às áreas urbanas isoladas, e as áreas rurais abrangem todas aquelas fora desses limites (IBGE, 2002). Em alguns casos, os dados não foram acessíveis para todos os estados e censos (e.g. o volume contendo dados sobre a população rural e urbana do Acre em 1970 não foi localizado), e foi necessário extrapolar a partir de censos subsequentes, mas isto teve pouco efeito nas tendências gerais da população.

Como as populações tendem a crescer geometricamente e não linearmente, a taxa de crescimento médio anual para cada intervalo de década foi calculada por meio de um modelo logarítmico (Sheil *et al.* 1995):

$$\text{Crescimento anual (\%)} = \{1 - [(N_t/N_o)\exp(1/t)]\} * 100$$

onde  $N_t$ =tamanho da população ao final do intervalo,  $N_o$ =tamanho da população no início do intervalo, e  $t$ =número de anos. A taxa de crescimento anual foi então usada para estimar o tamanho da população para a Amazônia Legal por interpolação nos anos entre os censos.

Finalmente, os dados de população foram usados para estimar as taxas de desmatamento per capita para cada ano, através da divisão da taxa anual de desmatamento pelo tamanho estimado da população rural. Embora a população urbana também influencie o desmatamento regional (Browder & Godfrey 1997), as populações rurais são diretamente

responsáveis pela maior parte do desmatamento e são consideradas um indicador mais eficiente da pressão sobre as florestas (Wood & Skole 1998; Imbernon 2000; Laurance et al., submetido ; P. M. Fearnside, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia [INPA], comunicação pessoal, 2001). Aproximadamente 70% do desmatamento na Amazônia brasileira é atribuído aos criadores de gado em propriedades de médio e grande porte (Fearnside 1993b; Nepstad *et al.* 1999b). Além disso, há pelo menos 500,000 pequenos proprietários na região, cada um dos quais desmata em média de 1 ha de floresta por ano (Homma *et al.* 1992). O papel relativamente importante das populações rurais sobre o desmatamento é sugerido em um estudo recente que demonstra que, em duas diferentes escalas de análise, a densidade da população rural foi um fator mais fortemente relacionado ao desmatamento local que a da população urbana (Laurance et al., submetido). As tendências temporais na taxa de desmatamento per-capita foram investigadas através de análises de regressão e de correlação.

## **RESULTADOS**

### ***As taxas de desmatamento nos anos 1990 diminuíram em relação aos anos prévios?***

Incluindo a floresta inundada por usinas hidroelétricas, o desmatamento total na Amazônia Legal Brasileira foi estimado em 169.9 milhões de ha em janeiro de 1978, e em 401.4 milhões de ha em agosto de 1989 (Fearnside & Ferraz 1995). Durante este intervalo de 11.67 anos, a taxa de desmatamento médio anual foi muito alta, com média de 1.984 milhões de ha por ano.

Durante o intervalo de 1990 a 2000, as taxas de desmatamento declinaram um pouco, tendo sido em média  $1.654 \pm 0.464$  milhões de ha por ano. Houve, no entanto, uma substancial diferença nas taxas de desmatamento entre a primeira e a segunda metades da

década. De 1990 a 1994, o desmatamento foi em média de  $1.348 \pm 0.125$  milhões de ha por ano, mas esta taxa subiu substancialmente, de 1995 a 2000, para  $1.901 \pm 0.488$  milhões de ha por ano. É impossível comparar estatisticamente as taxas de desmatamento de 1978 a 1989 com aquelas de 1990 a 1994 e de 1995 a 2000, porque o valor de 1978 a 1989 é apenas um número, e carece de estimativa de variância. Parece, no entanto, que as taxas médias de desmatamento foram bastante similares nos períodos de 1978 a 1989 (1.984 milhões de ha por ano) e de 1995 a 2000 (1.901 milhões de ha por ano), com um declínio temporário de 1990 a 1994 (1.384 milhões de ha por ano).

#### *As taxas de desmatamento diminuíram ao longo da última década ?*

As taxas de desmatamento não diminuíram, mas aumentaram significativamente ao longo da última década (Fig. 1). Quando foram comparados os períodos de 1990-1994 e de 1995-2000, por exemplo, o último teve uma taxa de desmatamento significativamente mais alta, tanto por meio do teste paramétrico ( $P=0.024$ ,  $t=-2.34$ , d.f.=8; teste t de uma cauda) como do teste não-paramétrico ( $P=0.017$ ; teste  $U$  de Mann-Whitney de uma cauda).

Análises de regressão e de correlação também foram usadas para investigar as tendências no desmatamento durante o período de 1990 a 2000 (foi repetido o mesmo valor para as estimativas de desmatamento de 1992 e 1993, pois este intervalo possui apenas uma estimativa). Um teste não-paramétrico conservativo sugere que as taxas de desmatamento aumentaram ao longo do tempo, embora o teste tenha sido marginalmente não-significativo ( $P=0.067$ ,  $r_s=0.571$ ,  $n=11$ ; Spearman rank correlation). Quando foram usadas regressões lineares, a análise não foi significativa ( $P=0.116$ ,  $F_{1,9}=3.03$ ,  $R^2=25.2\%$ ) apenas porque o desmatamento aumentou dramaticamente em 1995. Quando este ponto discrepante (“outlier”) foi removido, houve uma relação positiva altamente significativa entre tempo e

taxa de desmatamento ( $P=0.008$ ,  $F_{1,8}=12.35$ ,  $R^2=60.7\%$ ). Estas análises indicam que as taxas de desmatamento aumentaram progressivamente durante a última década, com um acentuado pico em 1995.

### *As taxas de desmatamento per-capita têm diminuído?*

A população da Amazônia Brasileira cresceu rapidamente durante as últimas três décadas, aumentando de cerca de 7.5 milhões em 1970 para mais de 20 milhões em 2000 (Tabela 1, Fig. 2). Isto representa uma taxa média de crescimento anual de 3.35%, comparada à de 1.88% para o restante do Brasil durante o mesmo intervalo. Populações urbanas cresceram particularmente rápido, em média 5.18% por ano, tanto via expansão das cidades existentes como pela criação de novos municípios (cf. Browder & Godrey 1997). A população rural da Amazônia cresceu mais lentamente, a uma taxa de 2.71% por ano na década de 1970 e de 1.92% ao ano na década de 1980, e então diminuiu nos anos 1990 (1.44% por ano). Isto resultou em uma média líquida de 1.18% por ano para a população rural durante as últimas três décadas (Tabela 1).

Quando as taxas de desmatamento per-capita (Fig. 3) foram comparadas entre os períodos de 1978 a 1989 e de 1990 a 2000, o padrão foi similar àquele observado para o desmatamento absoluto: a taxa média foi muito alta de 1978 a 1989 (0.324 ha/pessoa/ano), foi em média mais baixa (0.192 ha/pessoa/ano), mas aumentou de 1990 a 1994, e continuou a aumentar no período de 1995 a 2000 (0.292 ha/pessoa/ano). A falta de independência estatística para as observações de 1978 a 1989 (parcialmente baseadas em uma única estimativa média para a taxa absoluta de desmatamento) impede comparações estatísticas, pois não há estimativa de variância para este intervalo. Apesar disso, o fato de que não houve diferença significativa entre os intervalos de 1978 a 1989 e de 1995 a 2000 ( $P>0.27$ ,

testes  $t$  tanto para os dados originais como para os dados log-transformados) indica que as taxas de desmatamento per-capita durante estes períodos não foram diferentes, uma vez que a probabilidade de se obter uma diferença significativa deveria ter aumentado com as reduzidas variâncias no período anterior.

Durante os anos 1990, as taxas de desmatamento per-capita subiram significativamente (Fig. 3). Houve uma diferença altamente significativa entre os períodos de 1990 a 1994 e de 1995 a 2000, tanto usando análise paramétrica ( $P=0.0054$ ,  $t=-3.21$ , d.f.=9; teste  $t$  de uma cauda) como não-paramétrica ( $P=0.022$ ; teste U de Mann-Whitney). A significância dos testes foi mantida quando o ano de 1995, que teve uma taxa de desmatamento muito mais alta que todos os outros anos, foi removido e a análise foi refeita para os períodos de 1990 a 1994 e 1996 a 2000 ( $P=0.005$ ,  $t=-3.41$ ,  $df=8$ , teste  $t$  de uma cauda;  $P=0.008$ ; teste U de Mann-Whitney). Também houve uma correlação altamente significativa entre ano e taxa de desmatamento per-capita usando um teste não-paramétrico ( $P=0.0085$ ,  $r_s=0.746$ ,  $n=11$ ; Spearman rank correlation). A análise de regressão linear não foi significativa quando todos os anos foram incluídos ( $P=0.103$ ,  $F_{1,9}=3.30$ ), mas foi altamente significativa quando o ponto discrepante de 1995 foi removido ( $P=0.0018$ ,  $F_{1,8}=20.90$ ). Assim, mesmo quando ajustadas para a mudança de tamanho da população rural, as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira aumentaram significativamente durante a última década.

## **DISCUSSÃO**

As análises feitas não sustentam a afirmação de que as pressões de desmatamento têm sido substancialmente reduzidas na Amazônia Brasileira. Ao contrário, o ritmo acelerado de perda de floresta de 1978 a 1989 diminuiu um pouco no início dos anos 1990, mas foi

retomado a níveis similarmente altos de 1995 a 2000. Tanto a taxa de desmatamento absoluto como per-capita se aceleraram significativamente durante a última década, com a taxa média de perda de floresta de 1995 a 2000 sendo equivalente a mais de sete campos de futebol (3.6 ha) por minuto. Estas tendências obviamente não coincidem com as recentes afirmativas de alguns ministros brasileiros (e.g. Amaral 2001; Goidanich 2001; Silveira 2001; Weber 2001), que mantêm que as ameaças às florestas Amazônicas têm diminuído acentuadamente nos últimos anos, devido a mudanças fundamentais na legislação ambiental e na sua implementação e nas políticas e atitudes públicas.

As tendências gerais do desmatamento que nós identificamos estão superpostas por consideráveis variações entre anos, parcialmente em resposta a fatores econômicos. Por exemplo, o desmatamento foi excepcionalmente baixo em 1991 porque as contas bancárias foram congeladas no ano anterior, estrangulando os investimentos e atividades econômicas. O dramático salto no desmatamento em 1995 ocorreu porque fundos de investimentos disponíveis aumentaram agudamente seguindo as reformas econômicas feitas pelo governo que estabilizaram a moeda brasileira (Fearnside 1999). O aumento na atividade econômica também tem sido citado como uma das razões para o aumento do desmatamento no ano 2000 (Bugge 2001). Fatores climáticos, como as secas periódicas provocadas pelo El Niño, também influenciam as atividades ligadas ao desmatamento, aumentando o tamanho e a frequência de incêndios florestais intencionais e acidentais (Cochrane & Schulze 1998; Nepstad *et al.* 1998; Barbosa & Fearnside 1999).

De fato, tem havido no Brasil melhoramentos louváveis na legislação ambiental e na conscientização pública. Um exemplo é a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605, de 13 de fevereiro de 1998), que transformou as atividades prejudiciais ao ambiente em atos criminosos e estabeleceu penalidades rigorosas que pressionam para o cumprimento da

legislação do País. Então, por que isto não foi traduzido em reduções permanentes nas taxas de desmatamento? Talvez a única maior razão é que a capacidade de aplicação está muito aquém da legislação atual. Desmatamentos ilegais, extração de madeira, mineração e comércio de animais são comuns dentro das fronteiras da Amazônia e são processos que iniciam o empobrecimento das áreas que serão posteriormente desmatadas (Fearnside 1990; Laurance 1998, 2000). A Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) estima que 80% de toda a madeira derrubada na Amazônia é ilegal, sem controle ambiental ou incidência de impostos para o governo, e em incursões recentes foram apreendidos grandes estoques de madeira roubada (Abramovitz 1998). Existe, além disso, pouca evidência de que a legislação destinada a limitar o desmatamento em propriedades privadas (Código Florestal, Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965) venha sendo cumprida (e.g. Alves *et al.* 1999). Um grande esforço para reduzir as atividades ilegais na Amazônia foi iniciado recentemente pelo Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), mas sua efetividade pode ser limitada porque as ações planejadas foram alardeadas em jornais locais antes de serem implementadas (e.g. Anon. 2001a). A corrupção de alguns fiscais é outro problema crônico; por exemplo, recentemente três fiscais do IBAMA foram filmados pedindo suborno a uma companhia madeireira em troca de ignorar uma grande multa imposta pelo corte ilegal de madeira (Anon. 2000).

É claro que melhor implementação poderia ter um grande impacto no manejo ambiental da Amazônia Brasileira. Um sucesso notável tem sido a recente redução nos incêndios florestais em estados como o Mato Grosso e o Pará, que têm tido tradicionalmente altas taxas de desmatamento. No passado, proibições temporárias das queimadas pelo governo tiveram efeito fraco, mas uma melhor fiscalização em 2000-2001 e iniciativas governamentais (Anon. 1998) e privadas (Anon. 1999) para treinar comunidades

locais em métodos de controle de fogo têm demonstrado que reduções substanciais nos incêndios podem ser obtidas. Ainda assim, a prevalência na Amazônia de práticas agrícolas dependentes de fogo, particularmente a criação de gado e a agricultura de corte-e-queima, significa que o controle de incêndios florestais irá permanecer um desafio crônico e difícil (Nepstad et al. 1999b).

Existem vários outros problemas que também contribuem para que as taxas de desmatamento não diminuam. Por exemplo, enquanto a consciência ambiental está crescendo nas cidades maiores, especialmente no sul do Brasil, muitos residentes e políticos da Amazônia têm uma atitude fortemente pró-desenvolvimento. Isto tem vários efeitos nas atividades de desenvolvimento; por exemplo, as audiências públicas para os projetos de desenvolvimento propostos para a Amazônia são pouco freqüentadas e raramente têm um efeito forte sobre os projetos (Laurance *et al.* 2001b). Além disso, a rápida expansão das indústrias madeireira e de mineração está promovendo desmatamento (Fearnside 1990; Nepstad *et al.* 1997) através da criação de redes extensivas de estradas que aumentam grandemente o acesso de colonizadores, fazendeiros e caçadores à floresta (Uhl & Buschbacher 1985; Laurance 2001). O planejamento do uso da terra na Amazônia é também repleto de problemas —compõe-se de um mosaico de zoneamentos individuais em cada um dos nove estados da Amazônia, muitos dos quais são fortemente influenciados por usuários locais de recursos e pressão de grupos organizados (Anon. 2001b).

Finalmente, a rápida expansão da população na Amazônia, que cresceu de cerca de 2.5 milhões em 1960 para os mais de 20 milhões atuais (IBGE 2000), está também aumentando as pressões sobre a floresta. Embora as populações rurais tenham declinado um pouco durante a última década (refletindo tanto o aumento na migração para cidades da Amazônia como a incorporação de novas áreas às zonas urbanas e a criação de novos

municípios), a população total da região ainda está aumentando a uma taxa aproximadamente duas vezes maior que a do resto do Brasil. Tal crescimento acentuado é em parte resultado de políticas governamentais, destinadas a acelerar a imigração e o desenvolvimento econômico na região, incluindo projetos de colonização em larga escala, créditos e incentivos fiscais para atrair capital privado, e grandes projetos de transporte como as rodovias Transamazônica e Manaus-Boa Vista (Moran 1981; Smith 1982; Fearnside 1987; Goodman & Hall 1990). Como consequência, a Amazônia tem uma taxa de imigração maior que qualquer outra região do Brasil, e tem sido caracterizada como uma “válvula de escape” para reduzir superpopulação, tensões sociais e deslocamentos de agricultores em outras partes do Brasil (Anon. 2001c). Além da rápida imigração, as populações existentes na região estão crescendo a uma taxa elevada. Embora o tamanho médio de família tenha declinado nos últimos anos, muitos residentes da Amazônia começam a ter filhos muito cedo e a população é fortemente desviada para indivíduos jovens, que estão entrando ou estão no início de sua idade reprodutiva (Brown & Pearce 1994; Wood & Perz 1996), o que contribui também para o rápido crescimento populacional (Ehrlich *et al.* 1995).

Em síntese, existe pouca evidência empírica de que as afirmativas de vários ministros brasileiros sobre o efeito das mudanças recentes na legislação ambiental e na sua aplicação, nas políticas e atitudes públicas têm levado a uma redução fundamental nas ameaças à floresta Amazônica. A ausência de tais mudanças sugere que o programa Avança Brasil, com seus investimentos sem precedentes em asfaltamento de rodovias e novos projetos de infraestrutura, iria aumentar substancialmente tanto a taxa como a extensão espacial do desmatamento na Amazônia (Carvalho *et al.* 2001; Laurance *et al.* 2001a). Atravessando toda a bacia, estes projetos iriam abrir extensivas áreas para

colonização e incentivar o aumento da imigração para uma região que já está experimentando um rápido crescimento populacional. Estes projetos deverão também aumentar a fragmentação da floresta em uma escala espacial ampla (Laurance *et al.* 2001a), resultando em remanescentes florestais que seriam muito mais vulneráveis que as florestas intactas a exploração de madeira, aos incêndios florestais e a outras atividades que causam a degradação florestal.

### **AGRADECIMENTOS**

Nós agradecemos Mark Cochrane, Philip Fearnside e Eric Yensen por seus comentários relevantes sobre a versão preliminar do manuscrito. Esta é a publicação número 362 da série técnica do PDBFF. O apoio para a pesquisa foi fornecido pelo programa NASA-LBA, Fundação A. W. Mellon, INPA e Smithsonian Institution.

### **LITERATURA CITADA**

- Abramovitz, J. (1998) *Taking a Stand: Cultivating a New Relationship with the World's Forests*. Washington, D.C.: World Watch Institute.
- Alves, D. S., Pereira, J., de Sousa, C., Soares, J. & Yamaguchi, F. (1999) Characterizing landscape changes in central Rondônia using Landsat TM imagery. *International Journal of Remote Sensing* **20**: 2877-2882.
- Amaral, S. S, do. (2001) Threat to the Amazon. *The Independent*, London, 26 January.
- Anon. (1998) Fernando Henrique lança programa contra incêndios florestais na Amazônia Legal. Brazilian Ministry of Foreign Relations (MRE), Brasília, Brazil.
- Anon. (1999) Programa Fogo: Emergência Crônica. Friends of the Earth: Brazilian Amazonia, São Paulo, Brazil.

- Anon. (2000) Amazon timber stewards busted for bribes. *Environmental News Network*, 11 October.
- Anon. (2001a) Combate deflagrado: operação é para evitar mais crimes ambientais. *A Critica*, Manaus, Brazil, 26 May.
- Anon. (2001b) Um rumo para a Amazônia. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, Brazil, 3 February.
- Anon. (2001c) Amazônia cede as terras e o governo se esquece das verbas. *O Liberal*, Belém, Brazil, 4 April.
- Barbosa, R. I. & Fearnside, P. M. (1999) Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/98). *Acta Amazonica* **29**:513-534.
- Browder, J. O. & Godfrey, B. J. (1997) *Rainforest Cities: Urbanization, Development, and Globalization of the Brazilian Amazon*. New York: Columbia University Press.
- Brown, K. & Pearce, D. W., editors. (1994) *The Causes of Tropical Deforestation: The Economic and Statistical analysis of Factors Giving Rise to the Loss of Tropical Forests*. London, U.K: University College London Press.
- Bugge, A. (2001) Destruction of Amazon jungle hits 5-year high. *Reuters News Service*, 15 May.
- Carvalho, G., Barros, A. C., Moutinho, P. & Nepstad, D. C. (2001) Sensitive development could protect the Amazon instead of destroying it. *Nature* **409**: 131.
- Cochrane, M. A., Alencar, A., Schulze, M., Souza, C., Nepstad, D., Lefebvre, P. & Davidson, E. (1999) Positive feedbacks in the fire dynamics of closed canopy tropical forests. *Science* **284**: 1832-1835.
- Cochrane, M. A. & Schulze, M. D. (1998) Forest fires in the Brazilian Amazon.

- Conservation Biology* **12**: 948-950.
- Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. & Daily, G. C. (1995) *The Stork and the Plow*. New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Fearnside, P. M. (1986) *Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest*. New York: Columbia University Press.
- Fearnside, P. M. (1987) Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. In: *The Geophisiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions*, ed. R. F. Dickson, pp. 37-61. San Francisco, California: John Wiley.
- Fearnside, P. M. (1990) Environmental destruction in the Amazon. In: *The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?*, eds. D. Goodman & A. Hall, pp. 179-225. London, UK: MacMillan.
- Fearnside, P. M. (1993a) Desmatamento em Amazônia: quem tem razão—o INPE ou a NASA? *Ciência Hoje* **16**: 6-8.
- Fearnside, P. M. (1993b) Deforestation in the Brazilian Amazon: the effect of population and land tenure. *Ambio* **8**: 537-545.
- Fearnside, P. M. (1997) Monitoring needs to transform Amazonian forest maintenance into a global warming-mitigation option. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **2**: 285-302.
- Fearnside, P. M. (1999) Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* **26**: 305-321.
- Fearnside, P. M. & Ferraz, J. (1995) A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. *Conservation Biology* **9**: 1134-1147.
- Fearnside, P. M., Tardin, A. T. & Meira Filho, L. G. (1990) Deforestation rate in Brazilian Amazonia. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos,

Brazil, 8 p.

Goidanich, R. (2001) The future of the Brazilian Amazon. *Science dEbates*, 26 January.

Goodman, G. & Hall, A., editors. (1990) *The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?* London, UK:MacMillan.

Homma, A. K. O., Walker, R. T., Scatena, F., de Conto, A., Carvalho, A. da Rocha, A., Ferreira, C. & dos Santos, A. (1992) A Dinâmica dos Desmatamentos e das Queimadas na Amazônia: Uma Análise Microeconômica. Unpublished manuscript, Belém, Brazil: EMBRAPA.

IBGE. (2000) *Censo Demográfico, Dados Distritais: XI Recenseamento Geral do Brasil 2000*. Brasilia: Brazilian Institute of Geography and Statistics.

Imbernon, J. (2000) Deforestation and population pressure in the state of Rondônia, 2001. Brazil. *Bois et Forêts des Tropiques* **266**:23-33.

INPE (1998) Deforestation estimates in the Brazilian Amazon, 1995-1997. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, Brazil.

INPE (2000) Deforestation estimates in the Brazilian Amazon, 1998-1999. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, Brazil.

Laurance, W. F. (1998) A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. *Trends in Ecology and Evolution* **13**: 411-415.

Laurance, W. F. (2000) Mega-development trends in the Amazon: implications for global change. *Environmental Monitoring and Assessment* **61**: 113-122.

Laurance, W. F. (2001) Tropical logging and human invasions. *Conservation Biology* **15**: 4-5.

Laurance, W. F., Cochrane, M. A., Bergen, S., Fearnside, P. M., Delamonica, P., Barber, C., D'Angelo, S. & Fernandes, T. (2001a) The future of the Brazilian Amazon.

*Science* **291**: 438-439.

- Laurance, W. F., Fearnside, P. M., Cochrane, M. A., D'Angelo, S., Bergen, S. & Delamonica, P. (2001b) Development in the Brazilian Amazon: response. *Science* **292**: 1652-1653.
- Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M., Schroth, G., Fearnside, P.M., Bergen, S., Ventocinque, E.M. & Da Costa, C. (submetido) Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*.
- Moran, E. F. (1981) *Developing the Amazon*. Bloomington: University of Indiana Press.
- Nepstad, D. C., Klink, C., Uhl, C., Viera, I., LeFebvre, P., Pedlowski, M., Matricardi, E., Negreiros, G., Brown, I., Amaral, E., Homma, A. & Walker, R. (1997) Land-use in Amazonia and the cerrado of Brazil. *Ciencia e Cultura* **49**: 73-86.
- Nepstad, D. C., Moreira, A., Verissimo, A., Lefebvre, P., Schlesinger, P., Potter, C., Nobre, C., Setzer, A., Krug, T., Barros, A., Alencar, A. & Pereira, J. (1998) Forest fire prediction and prevention in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology* **12**: 951-955.
- Nepstad, D. C., Verissimo, A., Alencar, A., Nobre, C., Lima, E., Lefebvre, P., Schlesinger, P., Potter, C., Moutinho, P., Mendoza, E., Cochrane, M. & Brooks, V. (1999a) Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* **398**: 505-508.
- Nepstad, D. C., Moreira, A. G. & Alencar, A. A. (1999b) *Flames in the Rain Forest: Origins, Impacts, and Alternatives to Amazonian Fires*. Brasília, Brazil: Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest, The World Bank.
- Phillips, O. L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W. F., Nunez, P., Vasquez, R., Laurance, S. G., Ferreira, L., Stern, M., S., Brown & Grace, J. (1998) Changes in the carbon

- balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science* **282**: 439-442.
- Salati, E. & Vose, P. B. (1984) Amazon basin: a system in equilibrium. *Science* **225**: 129-138.
- Sheil, D., Burslem, D. & Alder, D. (1995) The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* **83**: 331-333.
- Silveira, J. P. (2001) Development in the Brazilian Amazon. *Science* **292**: 1651-1652.
- Skole, D. & Tucker, C. J. (1993) Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science* **260**: 1905-1910.
- Smith, N. J. H. (1982) *Rainforest Corridors: The Transamazon Colonization Scheme*. Berkeley: University of California Press.
- Steininger, M. K., Tucker, C. J., Ersts, P., Killeen, T. J., Villegas, Z. & Hecht, S. B. (2001a) Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* **15**:856-866.
- Steininger, M. K., Tucker, C. J., Townshend, J. R. G., Killeen, T. J., Desch, A., Bell, V. & Ersts, P. (2001b) Tropical deforestation in the Bolivian Amazon. *Environmental Conservation* **28**:127-134.
- Uhl, C. & Buschbacher, R. (1985) A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. *Biotropica* **17**: 265-268
- Weber, D. (2001) Ministério contesta estudo sobre devastação. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, Brazil, 21 January.
- Wood, C. H. & Perz, S. (1996) Population and land-use change in the Brazilian Amazon. In: *Population Growth and Environmental Issues*, eds. S. Ramphal & S. Sindig, pp. 95-108. Westport, Connecticut: Praeger.

Wood, C. H. & Skole, D. (1998) Linking satellite, census, and survey data to study deforestation in the Brazilian Amazon. In: *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*, pp. 70-92. Washington, D.C.: National Academy Press.

## LISTA DE ANEXOS

Tabela 1. Acima: tamanho das populações rural e urbana na Amazônia Legal brasileira de 1970 a 2000, comparada ao restante do Brasil e ao País como um todo. Abaixo: taxa anual de crescimento populacional para cada categoria.

Fig. 1. Estimativas anuais de desmatamento na Amazônia brasileira de 1990 a 2000. O ajuste da regressão mostra a tendência geral.

Fig. 2. Crescimento estimado da população na Amazônia de 1978 a 2000, usando um modelo logarítmico para interpolar os censos por décadas.

Fig. 3. Comparação das taxas de desmatamento absoluto e per-capita na Amazônia Brasileira de 1978 a 2000. As taxas per-capita foram baseadas no tamanho estimado da população rural.

Ano ou Intervalo	Amazônia Rural	Amazônia Urbana	Amazônia Geral	Brasil excluindo a Amazônia	Brasil Geral
<b>Tamanho da população</b>					
1970	4.450	3.046	7.496	85.643	93.139
1980	5.813	5.002	10.815	110.336	121.151
1991	7.168	9.014	16.182	130.643	146.825
2000	6.291	13.848	20.139	149.452	169.591
<b>Taxa de Crescimento Anual da População (%)</b>					
1970-1980	2.71	5.09	3.73	2.57	2.66
1980-1991	1.92	5.50	3.73	1.55	1.76
1991-2000	-1.44	4.89	2.46	1.51	1.61
Mean	1.18	5.18	3.35	1.88	2.02

Fig. 1

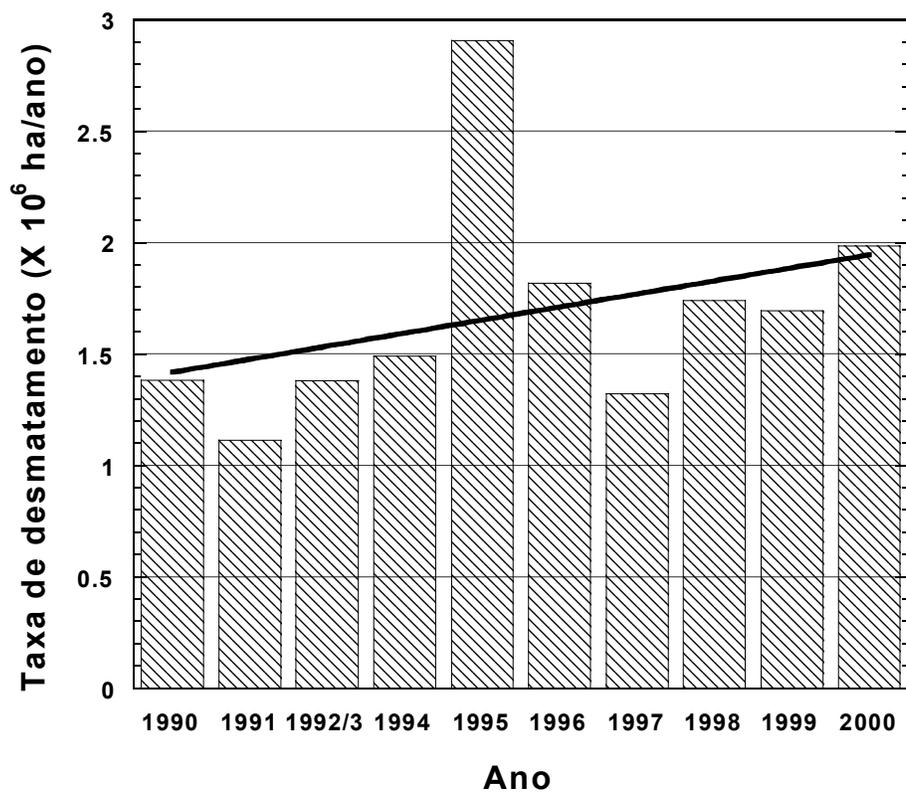


Fig. 2

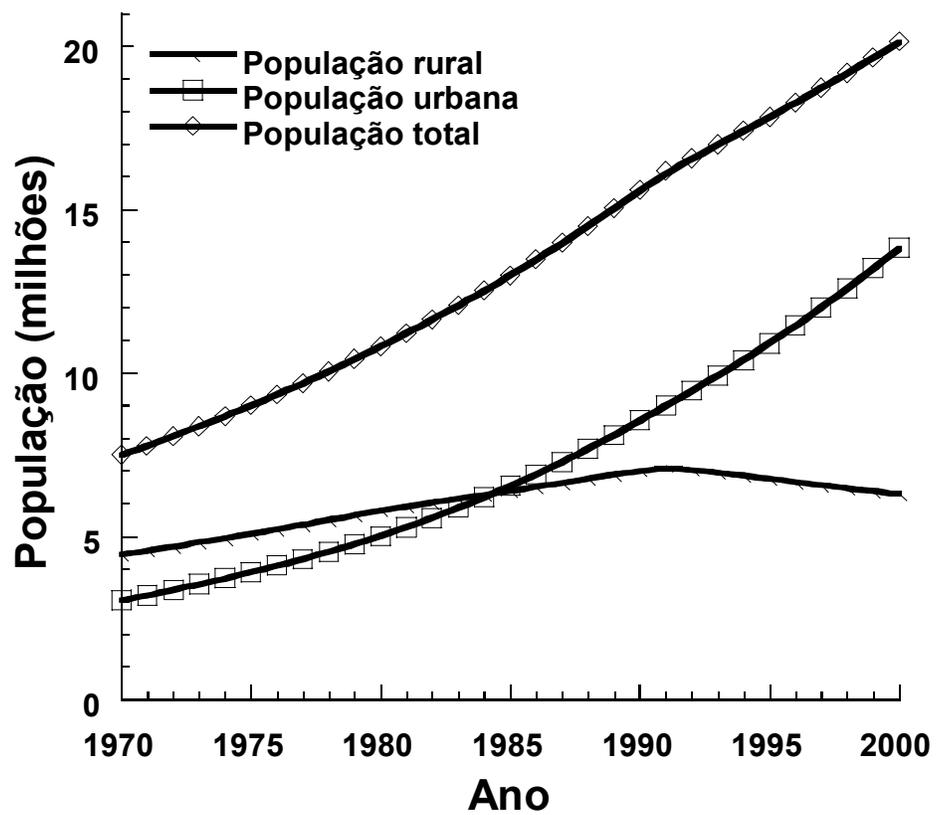


Fig. 3

